

ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СЕНСОРА ИНФРАКРАСНЫХ ЛУЧЕЙ

¹Пухова Д. А., ¹Семакина А. Н.

¹Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

e-mail: daarushka15@gmail.com, anka_semakina@mail.ru

Аннотация. Целью данных исследований инфракрасного сенсора является решение проблемы отказа в работе ИК счётчика в помещениях с ярким естественным освещением. Справиться с этой проблемой можно правильным построением электрической схемы подключения ИК сенсора. Статья посвящена исследованию угловой чувствительности фотодиода BVP10NF, используемого в качестве инфракрасного сенсора в счётчике, к постороннему солнечному свету, а также влиянию солнечного света на его работу. По результатам наблюдения был сделан вывод, что чувствительность фотодиода имеет хорошо выраженную направленность. Также в статье приведен анализ электрической схемы подключения сенсора, являющейся чувствительной к нежелательному воздействию прямого солнечного света. После исследования которой был сделан вывод, что электрическая схема подключения ИК фотодиода без гальванической развязки является единственным надежным решением в условиях, когда инфракрасный счётчик должен работать при ярком солнечном свете.

Ключевые слова: счётчик посетителей, сенсор инфракрасных лучей, воздействие солнечного света, электрическая схема подключения.

ABOUT THE ELECTRICAL SCHEME OF THE INFRARED RADIATION SENSOR CONNECTION

D. A. Pukhova¹, A. N. Semakina¹

¹Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Russia

e-mail: daarushka15@gmail.com, anka_semakina@mail.ru

Abstract. The purpose of these infrared sensor studies is to solve the problem of the IR meter failure in rooms with bright natural light. To cope with this problem, it is possible to correctly build an electrical circuit for connecting an IR sensor. The article is devoted to the investigation of the angular sensitivity of the BVP10NF photodiode used as an infrared sensor in the meter, to extraneous sunlight, and to the influence of sunlight on its operation. Based on the results of the observation, it was concluded that the sensitivity of the photodiode has a well-defined directivity. Also in the article is an analysis of the electrical connection scheme of the sensor, which is sensitive to undesirable effects of direct sunlight. After the study, it was concluded that the electrical circuit of connecting the IR photodiode without galvanic isolation is the only reliable solution in conditions when the infrared counter should work in bright sunlight.

Keywords: visitor counter, infrared ray sensor, sunlight exposure, circuit diagram of sensor connection

1. Введение

Если система безопасности рассчитывается на массовое применение и должна быть недорогой, то в рамках этой системы обнаружение и подсчёт людей в контролируемой зоне можно производить с помощью сравнительно дешёвых счётчиков на инфракрасных

(ИК) лучах. Одно из достоинств ИК счётчиков состоит в том, что, поскольку их излучение невидимо, счётчики не мешают движению и не отвлекают людей.

Не обходится, конечно, и без проблем. Одна из них состоит в том, что на фотосенсор счётчика может попадать не только инфракрасный свет от излучателя счётчика, но и посторонний свет от других источников (в частности, от солнца). Создаваемый ярким солнечным светом «паразитный» сигнал на выходе ИК сенсора может на много порядков превышать полезный сигнал и полностью «забить» его. Это приводит к отказу в работе счётчика в помещениях с ярким естественным освещением. Справиться с этой проблемой можно правильным построением электрической схемы подключения ИК сенсора.

2. Исследование зависимости фототока от угла падения солнечных лучей на фотосенсор

Для исследования влияния постороннего солнечного света на работу ИК сенсора в качестве сенсора был выбран фотодиод BVP10NF. Фотодиод был подключён к источнику тока с напряжением 5 вольт и подвергнут освещению прямыми солнечными лучами под различными углами. Возникший при этом фототок измерялся с помощью включённого в электрическую цепь микроамперметра.

Как и ожидалось, исследование показало, что чувствительность фотодиода имеет хорошо выраженную направленность. Результаты измерения зависимости величины фототока от угла между направлением прямых солнечных лучей и осью наибольшей чувствительности фотодиода приведены на рисунке 1.

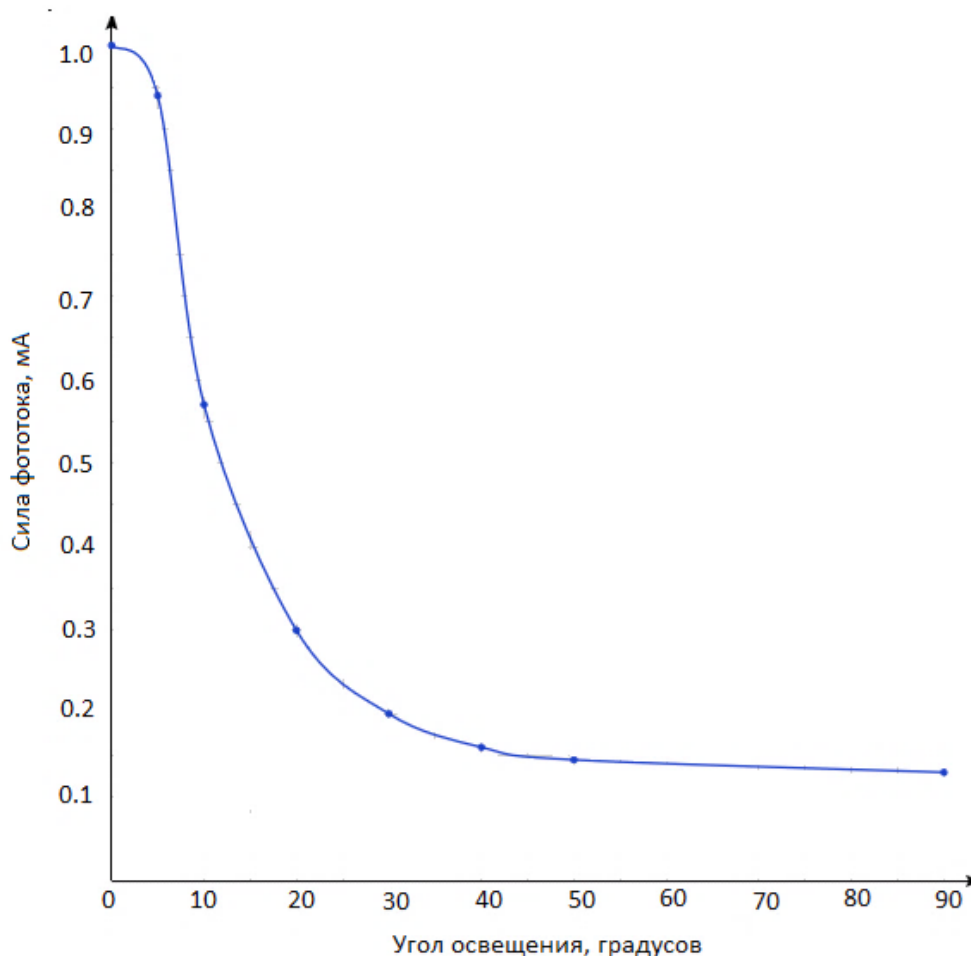


Рис. 1. Величина фототока в зависимости от угла освещения фотодиода прямыми солнечными лучами

Из результатов измерений видно, что максимальный фототок (величиной около 1 миллиампера) достигается при «лобовом» (0 градусов) освещении фотодиода прямым солнечным светом. Фототок становится вдвое меньше при увеличении угла падения солнечных лучей до 10-15 градусов. Естественно было бы ожидать, что при увеличении угла падения лучей до 90 градусов фототок должен уменьшиться до нуля. Однако, оказалось, что даже при освещении фотодиода прямыми лучами солнца под предельным углом 90 градусов имеет место «остаточный» фототок значением 0,13 мА. Это значение фототока, конечно, в несколько раз меньше, чем в случае освещения под углом 0 градусов. Но даже это значение фототока может оказаться роковым, если фотодиод подключен ко входу предварительного усилителя непосредственно, без гальванической развязки.

3. Анализ схемы подключения ИК фотодиода без гальванической развязки

В рассматриваемом здесь лабораторном варианте счётчика ИК излучатель работает в импульсном режиме. (Частота следования импульсов - 500 Гц.) Импульсы ИК излучения создают импульсы фототока сенсора. Но их амплитуда слишком мала для непосредственного формирования сигнала достаточной величины на цифровом входе микроконтроллера, производящего счёт посетителей. Поэтому в состав счётчика входит двухкаскадный усилитель электрических импульсов.

Наиболее простой (и поэтому часто используемый на практике) вариант подключения фотодиода показан на рисунке 2.

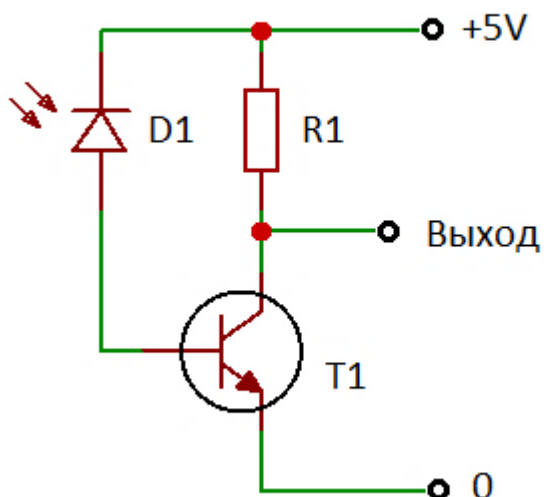


Рис. 2. Непосредственное подключение ИК сенсора к первому каскаду усилителя

На этом рисунке показан усилитель, построенный по схеме с общим эмиттером на биполярном транзисторе. Фотодиод включён непосредственно в цепь базы транзистора.

Если свет не падает на фотодиод, сопротивление фотодиода, включённого в обратном направлении, очень велико. В результате, и базовый и коллекторный ток транзистора практически равен нулю. Когда на фотодиод приходит импульс ИК излучения, сопротивление фотодиода уменьшается, и в цепи базы появляется импульс тока (фототока), который усиливается транзистором.

В отсутствие постороннего света транзистор имеет нулевую рабочую точку, и усилительный каскад работает в режиме класса "В" (по стандартной классификации). Приходящие импульсы усиливаются без искажений, а потребление каскадом электрической энергии минимально.

Однако, при засветке фотодиода посторонним светом ситуация становится иной. "Паразитный" фототок, постоянный протекающий в цепи базы, сдвигает рабочую точку транзистора и переводит усилительный каскад в другой режим работы: режим класса "А" (по стандартной классификации). Если сдвиг рабочей точки не очень велик, беды от этого не возникает: каскад исправно усиливает порождаемые ИК излучателем импульсы фототока. Беда настанет, когда фотодиод ещё и засвечивается ярким солнечным светом. В этом случае появляется постоянный фототок большой величины, и сдвиг рабочей точки транзистора становится катастрофическим. Катастрофа наступает потому, что падение напряжения на нагрузочном резисторе в цепи коллектора возрастает почти до напряжения питания, и, вследствие этого, напряжение в цепи коллектор-эмиттер уменьшается практически до нуля. Это "выбивает" транзистор "из колеи", и коэффициент усиления каскада резко падает.

4. Заключение

Натурные испытания показали, что схема с непосредственным соединением фотодиода с транзистором в некоторых случаях теряет работоспособность даже при освещении фотодиода рассеянным солнечным светом. Отсюда можно сделать вывод, что подключение ИК фотосенсора к усилителю по схеме с развязкой по постоянному току является единственным надёжным решением в условиях, когда ИК счётчик должен работать при ярком солнечном свете.

Список литературы

1. Полупроводниковые приборы. Транзисторы малой мощности: Справочник/А.А. Зайцев, А.И. Миркин, В.В. Мокряков и др.: Под ред. А.В. Голомедова.-М.: Радио и связь, 1989-384 с.: ил.
2. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство. Пер. с нем.-М.: Мир, 1982.-512 с., ил.
3. Безопасность в техносфере: сб.ст. / науч.ред В.М. Колодкин. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012.-196 с.
4. Безопасность в техносфере: сборник статей / науч. ред. В. М. Колодкин. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017. – 164 с.
5. Обзор систем подсчета посетителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/post/291522/> (дата обращения: 12.10.17).